

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«___»_____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

**з напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»**

**на тему: «Установка комплексного очищення гальваностоків від іонів
важких металів»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЕ - 51

Белов Ігор Вячеславович

Керівник:

Кандидат біологічних наук, доцент

Вембер В.В.

Консультант з розділу «охорона праці»:

Доцент, к.т.н., доцент

Ковтун І.М.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно – хімічний факультет

Кафедра Екології та Технології Рослинних Полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.040106
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
прородокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М. Д.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Бєлову Ігорю Вячеславовичу

1. Тема проекту «Установка комплексного очищення гальваностоків від іонів важких металів», керівник проекту Вембер Валерія Володимирівна, кандидат біологічних наук, доцент, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____
2. Термін подання студентом проекту: 10 червня 2019 року
3. Вихідні дані до проекту : Витрата води – 200 м³ /добу; вміст Cr⁶⁺ - 3.64 г/м³, Cr³⁺ - 1.63 г/м³, Zn²⁺ - 0.52 г/м³, Ni²⁺ - 0.25 г/м³, Cu²⁺ - 0.17 г/м³, Fe²⁺ - 2.3 г/м³, SO₄²⁻ - 168 г/м³.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування проекту, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу технологічна схема очищення гальваностоків від іонів важких металів, план цеху на відмітці + 0.000, повздовжній розріз будівлі, характеристики води.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ЛЕ51. 02.019 ПЗ	Пояснювальна записка	59	
3	A1	ДП ЛЕ51. 02.019 ГП		1	
4	A1	ДП ЛЕ51. 02.019 П		1	
5	A1	ДП ЛЕ51. 02.019 ТС		1	
6	A1	ДП ЛЕ51. 02.019 ТК		1	
7	A1	ДП ЛЕ51. 02.019 ТК		1	

				ДП ЛЕ51 02.019.В		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Белов І.В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Вембер В.В.				1	1
Консульт.	Ковтун І.М.				КПП ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЕ-51	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Установка комплексного очищення
гальваностоків від іонів важких металів»**

Київ – 2019 року

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 63 ст., 4 табл., 8 рис., 10 джерел, 4 креслення, 1 плакат, 4 додатка.

Мета проекту – розробка установки комплексного очищення гальваностоків від іонів важких металів. В дипломному проекті вирішені наступні питання – вибір і обґрунтування технологічної схеми очистки гальваностоків, розрахунок матеріального балансу, очисних споруд, проектування будівлі, де будуть розміщуватися очисні споруди і обладнання.

Дипломний проект містить пояснювальну записку та графічні матеріали. Наведена характеристика стічної води та вимоги до скиду очищеної води в міську каналізацію. Приведено техніко-економічне обґрунтування проекту, вибір і обґрунтування технологічної схеми, розрахунок матеріального балансу, очисного обладнання,. Наведені теоретичні дані про процеси. Виконані креслення розміщення очисних споруд в будівлі, розріз будівлі, технологічної схеми на стандартних листах А1 у масштабі 1:100, і генеральний план підприємства у масштабі 1:10000.

ГАЛЬВАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО, ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯТОР,
РЕАГЕНТНА ОЧИСТКА, ЗВОРОТНІЙ ОСМОС, ВАЖКІ МЕТАЛИ,
СУЛЬФАТИ

					ДП ЛЕ51 02.019 ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Белов І.В.			Пояснювальна записка	Літ.		Арк.	Акрушів
Перевір.		Вембер В.В.						6	63
Реценз.						ІХФ, ЛЕ-51			
Н. Контр.									
Затверд.									

ANOTATION

Diploma project: 63 pages, 4 tables, 8 draws, 10 sources, 4 blueprints,
1 poster, 4 attachments.

The object of the project is to develop a complex cleaning plant for galvanic waste water from heavy metal ions. The diploma project should address the following issues - the choice and justification of a new purification scheme for galvanic enterprise, the calculation of material balance, treatment facilities, designing a building where wastewater treatment facilities and equipment will be located.

The diploma project contains an explanatory note and graphic materials. The description of waste water and requirements for discharged purified water into municipal sewage is given. The feasibility study of the project, the choice and justification of the technological scheme, the calculation of the material balance, and the purification equipment are given. The theoretical data about processes are given. A blueprints is made of the location of the treatment facilities in the building, the section of the building, the schematic diagram on the standard sheets A1 in scale 1: 100, and the master plan of the enterprise in the scale of 1: 10000.

GALVANIC PRODUCTION, ELECTROCOAGULATOR, REAGENT
CLEANING, REVERSE OSMOSIS, HEAVY METALS, SULPHATES

					ДП ЛЕ51 02.019 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Белов І.В.			Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Вембер В.В.								7	63
Реценз.								ІХФ, ЛЕ-51			
Н. Контр.											
Затверд.											

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1.Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	11
2.Технологічна частина.....	12
2.1. Характеристики стічної, вимоги скиду в каналізацію.....	13
2.2.Вибір та обґрунтування технологічної схеми очищення води.....	13
2.3. Вхідні дані для розрахунку матеріального балансу.....	16
2.3.Розрахунок матеріального балансу.....	18
2.4.Теоретичні дані про хімічні та фізичні процеси, що реалізуються в даній технологічній схемі водоочищення.....	23
3. Технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд.....	35
3.1. Розрахунок приймальної камери.....	35
3.2. Розрахунок першого резервуару очищеної води.....	35
3.3. Розрахунок другого резервуару очищеної води.....	36
3.4. Проектування шламосховища.....	37
3.5. Проектування фільтр пресу.....	37
3.6. Проектування електрокоагулятора.....	38
3.7. Проектування витратного баку NaOH.....	39
3.8. Проектування йоршового змішувача.....	40
3.9. Проектування камери пластівцеутворення зі змуленим осадом.....	41
3.10. Проектування тонкошарового відстійника.....	42
3.11. Проектування швидких фільтрів.....	43
4.Будівельна частина.....	46
4.1. Об'ємно планувальне вирішення будівлі.....	46
4.2. Вибір конструктивних елементів будівлі.....	46
4.3. Розміщення очисних споруд.....	49
5.Охорона праці.....	51
5.1. Повітря робочої зони.....	52

					Пояснювальна записка	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Захист від виробничого шуму і вібрації.....	53
5.3. Робота з концентрованим і розведеним лугом.....	54
5.4. Виробниче освітлення.....	54
5.5. Пожежна безпека.....	55
5.6. Електробезпека.....	56
5.7. Травматична безпека.....	57
Висновки.....	58
Список використаної літератури.....	59
Додаток 1.....	60
Додаток 2.....	61
Додаток 3.....	62
Додаток 4.....	63

ВСТУП

Гальванічне виробництво - одне з виробництв, яке найбільш серйозно впливає на забруднення навколишнього середовища, зокрема іонами важких металів(Fe, Cd, Zn, Ni, Cu тощо), вкрай небезпечних для біосфери. Головним постачальником токсикантів на гальванічному виробництві (в той же час і основним споживачем води і головним джерелом стічних вод) є промивні води. Обсяг стічних досягає високих значень через недосконалі способи промивання деталей. Часто необхідно витратити до 2 м³ води на промивку 1м² деталі.

У гальванічному цеху ВАТ «Меридіан» реалізуються процеси хромування, міднення, цинкування, нікелювання. Гальванічні стоки, насичені цими металами, піддаються очищенню на очисних спорудах підприємства і потім скидаються в каналізацію міста Києва. Але існуюча технологічна схема очистки, розроблена ще в 50-60х роках минулого сторіччя, застаріла, а обладнання зносилось. Перебої в роботі очисних споруд, спричинені їх зносом, може викликати перебої в роботі підприємства, а також спричинити викид недостатньо очищених стічних вод в міську каналізацію, що спричинить додаткове навантаження на міські очисні споруди. Наразі існують більш новітні технології, за допомогою яких можна покращити не тільки показники якості очищеної води, але і всю систему водоспоживання підприємства.

Завданням даного дипломного проекту є проектування нової системи комплексного очищення гальванічних стоків підприємства ВАТ «Меридіан». Нова система дозволить ефективно вилучати іони важких металів зі стічних вод, що дозволить повторно використовувати очищену воду на виробництві, а також значно зменшить надходження важких металів в каналізацію міста Києва.

					Пояснювальна записка	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Щоб визначити доцільність і обгрунтованість заміни очисних споруд на ВАТ «Меридіан», розглянемо технологічну схему, яка використовується наразі.

На даний момент на ВАТ «Меридіан» функціонує така система очистки стічних вод:

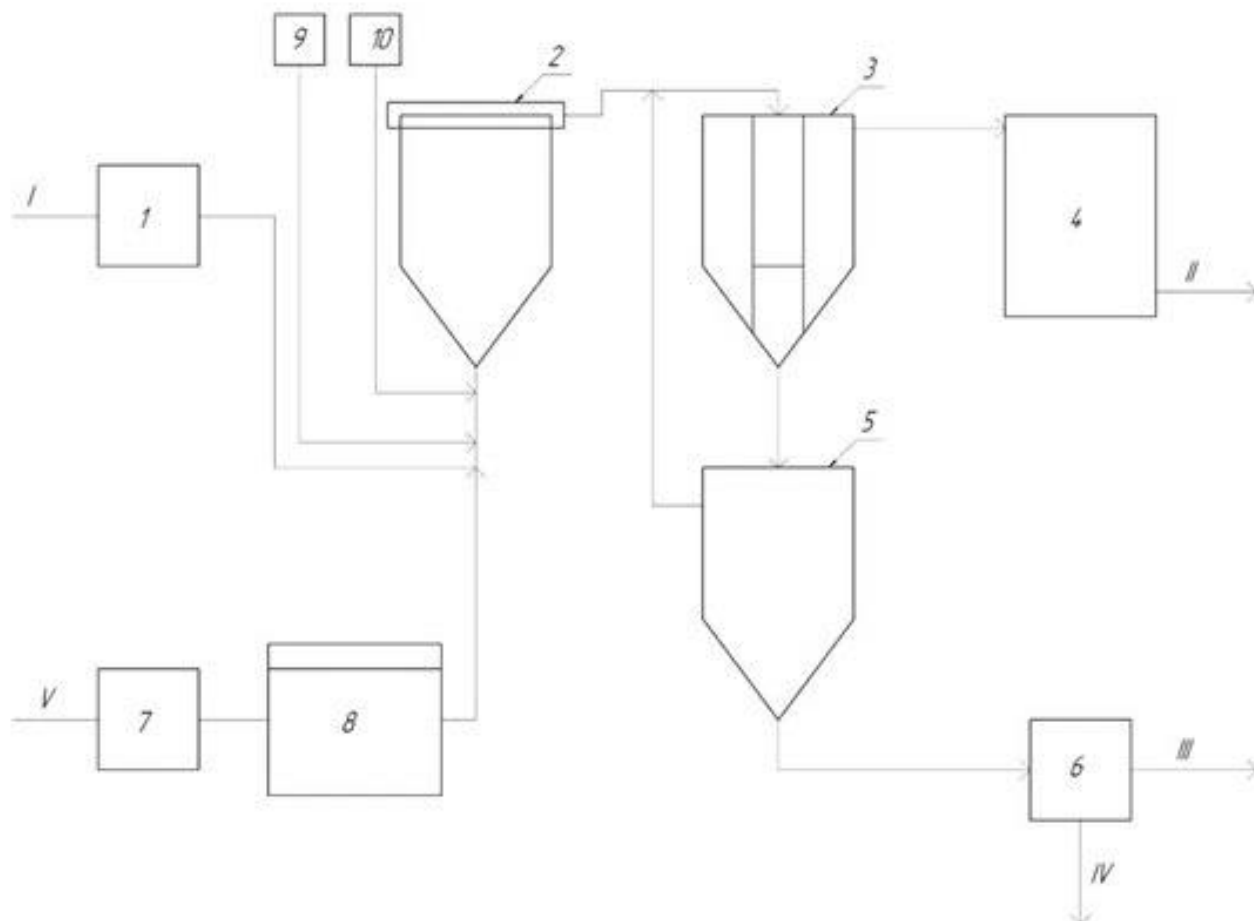


Рис. 1.1. - Існуюча система очистки гальваностоків ВАТ «Меридіан. 1 - резервуар-накопичувач стічних вод; 2 – змішувач; 3 - вертикальний відстійник; 4 - резервуар очищеної води; 5 – шламо-накопичувач; 6 - фільтр-прес; 7 – резервуар-накопичувач хромовмісних стічних вод; 8 – електрокоагулятор; 9 - витратний бак гідроксиду натрію; 10 - витратний бак соляної кислоти; I - подача сточних вод на очистку; II - скид очищених вод в каналізацію; III - подача шламу на захоронення; IV - скид фільтрату у каналізацію; V – подача хромовмісних стічних вод.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Отже, по-перше, доцільність заміни даної технологічної схеми на нову, пояснюється застарілістю і зношеністю наявних очисних споруд, про що можна було переконатись під час проходження преддипломної практики.

По-друге, вертикальний відстійник не забезпечує достатньої ступені видалення гідрооксидів металів, які утворились внаслідок взаємодії з гідрооксидом натрію. Саме через це в даній технологічній схемі передбачається скид очищеної води в міську каналізацію, при наявності можливостей встановлення додаткових засобів очистки, зокрема механічних фільтрів, що дозволить повторно використовувати стічну воду у виробництві.

По-третє, дана технологічна схема не забезпечує достатнє очищення стічних вод від сульфатів, що також не дозволяє повторно використовуват очищену воду і змушує її скидати в каналізацію.

					Пояснювальна записка	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристики стічної води, вимоги до скиду води в каналізацію

Характеристики гальванічних стоків та вимоги до скиду в міську каналізацію наведені у таблиці 2.1. Продуктивність очисних споруд 200 м³/добу.

Таблиця 2.1 – Характеристики стічної, вимоги скиду в каналізацію

Показник	Вміст в стічній воді, г/м ³	Вимоги до скиду в каналізацію, г/м ³
Cr ⁶⁺	3,64	0,1
Cr ³⁺	1,63	2,3
Zn ²⁺	0,52	0,9
Ni ²⁺	0,25	0,6
Cu ²⁺	0,17	0,3
SO ₄ ²⁻	168	500
Fe ²⁺	2,3	2,0

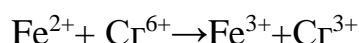
2.2 Вибір та обґрунтування технологічної схеми очищення води

Виходячи із таких недоліків нинішньої технологічної схеми на ВАТ «Меридіан», як відсутність механічних фільтрів, скид очищеної води в міську каналізацію, також загальну зношеність і застарілість очисних споруд, враховуючи дані про склад стічних вод, наведений в таблиці 2.1, а також витрати води в 200 м³/добу, при цьому очисні споруди будуть працювати 8 годин протягом доби, пропонується обрати нову технологічну схему.

Першим елементом технологічної схеми приймемо приймальну камеру. Вона необхідна для забору стічних вод перед їх очисткою і усереднення їхнього складу. Після приймальної камери встановлюємо насос, що буде подавати воду в електрокоагулятор зі сталевими електродами. Необхідність встановлення

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

електрокоагулятора посяняється тим, що саме електрокоагуляція є найбільш ефективним методом очистки стічних вод від іонів шестивалентного хрому, адже утворений при роботі електрокоагулятора двохвалентний ферум відновлює шестивалентний хром до більш безпечного і легко видяляемого трьохвалентного хрому:



Окрім того відновлення шестивалентного хрому до трьохвалентного проходить при $\text{pH}=6-7$, отже немає необхідності попередньо підкислювати воду, до того ж підкислення води призводить до підвищення рівня засоленості води

Для видалення важких металів обираємо реагентний метод – осадження іонів важких металів гідроксидом натрію, оскільки відомо, що іони важких металів гідролізують при $\text{pH}=8.5-9.5$. Для доведення pH до даного значення, встановлюємо витратний бак гідроксиду натрію, де буде відбуватись розчинення чистого NaOH для його подачі в стічні води.

Наступним елементом технологічної схеми логічно прийняти змішувач, так як для ефективного осадження іонів важких металів, необхідне ефективне змішування стічних вод з реагентом. Так як витрата води невисока – $200 \text{ м}^3/\text{добу}$, або ж $25 \text{ м}^3/\text{год}$, приймаємо йоршовий змішувач, так як цей тип змішувача використовується на станціях водоочищення з низькою продуктивністю.

Для повного проходження усіх хімічних реакцій і утворення пластівців осаду, необхідно встановити камеру пластівцеутворення. Враховуючи низьку витрату води, а також необхідність перебування водної суміші в камері не більше 20 хвилин, приймаємо камеру пластівцеутворення зі змуленим осадом.

Надалі необхідно встановити відстійник, для видалення із води гідроксидів важких металів. Приймаємо тонкошаровий відстійник. Даний тип відстійника обираємо на основі високої ефективності використання всього об'єму відстійника. Через відсутність турбулізації потоку, ефективність використання

					Пояснювальна записка	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єму перевищує 70%, у порівнянні з іншими типами відстійників, так як відстоювання відбувається між паралельними пластинами, розміщеними під кутом 45 – 60 градусів. Освітлення буде відбуватись набагато ефективніше за короткий період часу. Так як відстань між пластинами від 1 до 14 см, що значно менше висоти відстійника, також скорочується час відстоювання.

Для відводу осаду із відстійника встановлюємо шламосховище. Осад зі шламосховища буде подаватись на фільтр-прес, який встановлений задля зневоднення осаду і його подальшої переробки. Фільтрат буде відправлений для очистки, назад в приймальну камеру.

Для ефективного освітлення води, доцільно встановити швидкі механічні фільтри, що дозволить виділити з води залишкові кількості гідроксидів важких металів. Швидкі фільтри обираються через економічну не вигідність використання повільних фільтрів. Їхньою особливістю є велике значення площі фільтрування, що вимагає високих затрат, але так як витрата води становить лише 200 м³/добу, то використання повільних фільтрів є абсолютно не вигідним.

Наступним елементом приймаємо резервуар очищеної води, у ньому буде накопичуватись, протягом часу роботи станції, очищена вода.

Але так як у стічній воді, окрім іонів важких металів, містяться ще і сульфати, іони натрію, інші катіони і аніони, то необхідно подальше очищення стічної води від них, оскільки попередньо обрані споруди не забезпечують повну очистку води від сульфатів.

Для цього встановлюємо насос, що подає воду на зворотньоосмотичну установку. На ній буде відбуватись очистка води від сульфатів, однозарядних катіонів, зокрема натрію, іонів жорсткості, які перейдуть в концентрат. Ступінь відбору перміату приймемо в 65%, це дозволить дотриматись ГДС по скиду сульфатів в каналізацію. Для забору вже повністю очищеної води встановлюємо ще один резервуар з очищеною водою і насос, який буде подавати повністю очищену воду на повторне використання на виробництві.

					Пояснювальна записка	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частину концентрата можна використати для промивки механічних фільтрів, іншу частину будуть скидати у каналізацію. Для регуляції подачі концентрату на промивку і його скиду в каналізацію встановлюємо два вентиля.

Отже, запропонована технологічна схема має наступний вигляд:

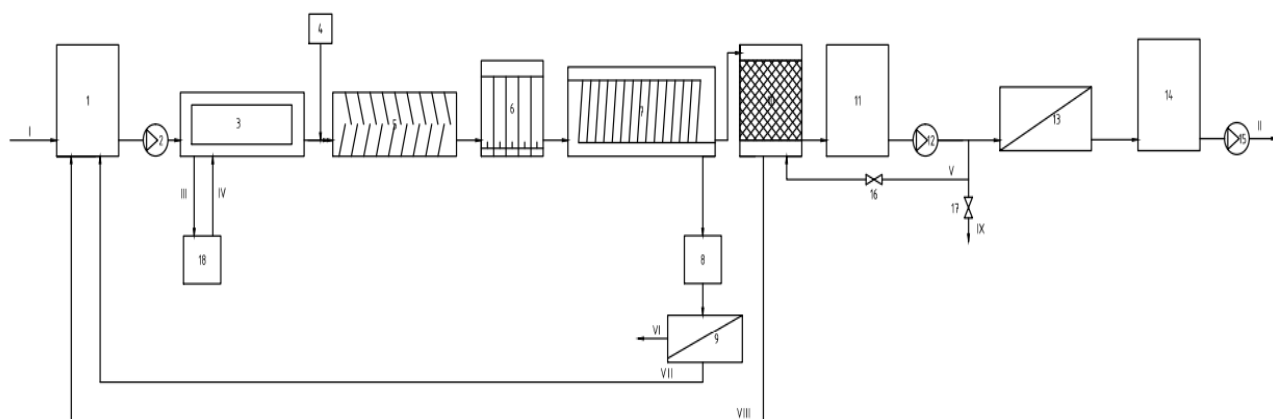


Рис.2.1. - Запропонована технологічна схема. 1 – приймальна камера; 2, 12, 15 – насоси; 3 – електрокоагулятор; 4 – витратни бак гідроксиду натрію; 5 – йоршовий змішувач; 6 – камера пластівцеутворення зі змуленим осадом; 7 – тонкошаровий відстійник; 8 – шламосховище; 9 – фільтр прес; 10 – швидкі механічні фільтри; 11,14 – резервуари очищеної води; 13 – зворотньоосмотична установка; 16 – вентиль, що регулює подачу концентрату на промивку механічних фільтрів; 17 – вентиль, що регулює скид концентрату в каналізацію; 18 – джерело постійного струму. I – подача стічних вод на очистку; II – подача очищеної води споживачеві; III, IV – живлення електрокоагулятора; V – подача концентрату на промивку фільтрів; VI – подача шламу на переробку; VII – повернення фільтрату на очистку; VIII – повернення концентрату після промивки на очистку; IX – скид концентрату в каналізацію.

2.3 Вхідні дані для розрахунку матеріального балансу

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу наведені в таблиці 2.2.

					Пояснювальна записка	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Назва показника	Одиниці вимірювання	Числове значення
Густина NaOH	т/м ³	1,11
Термін зберігання NaOH	доба	30
Концентрація NaOH у витратному баку	%	10
Час перебування NaOH у змішувачі	хв	2
Час промивання фільтру	год	0,1
Час простою фільтру через промивання	год	0,33
Інтенсивність промивання фільтру	л/с·м ²	16
Швидкість фільтрування у форсованому режимі	м/год	8
Час перебування води в резервуарі чистої води	год	1
Концентрація твердої фази осаду в шламосховищі	г/м ³	20 000
Вологість зневодненого шламу	%	50
Концентрація осаду, що подається на механічні фільтри	г/м ³	8
Ступінь відбору перміату	%	65
Концентрація Fe ²⁺ , що надходить на очисні споруди	г/м ³	2.3
Концентрація Cr ⁶⁺ , що надходить на очисні споруди	г/м ³	3.64
Концентрація Cr ³⁺ , що надходить на очисні споруди	г/м ³	1.63
Концентрація Zn ²⁺ , що надходить на очисні споруди	г/м ³	0.52
Концентрація Ni ²⁺ , що надходить на очисні споруди	г/м ³	0.25

$$Q_{\text{Fe}} = \frac{2.5 \cdot \text{Cr}^{6+} \cdot Q}{1000 \cdot k}, \quad (2.1)$$

де 2.5 – питома витрата 1 мг заліза на 1 мг хрому, Q – витрата води м3/добу, k – вихід за струмом k=0.8;

$$Q_{\text{Fe}} = \frac{2.5 \cdot 3.64 \cdot 200}{1000 \cdot 0.8} = 2.28 \text{ кг/добу}$$

Концентрація Fe^{2+} , що утворився в електрокоагуляторі:

$$C^{\text{Fe}^{2+}} = \frac{Q_{\text{Fe}}}{Q} \quad (2.2)$$

$$C^{\text{Fe}^{2+}} = \frac{2280}{200} = 11.4 \text{ г/м}^3$$

Загальна концентрація Fe^{2+} :

$$C^{\text{Fe}^{2+}} = 11.4 + 2.3 = 13.7 \text{ г/м}^3$$

Концентрація гідроксиду натрію по Fe^{2+} :

$$13.7 \quad \text{г/м}^3$$



$$55.9 \quad 80 \quad 89.9 \quad \text{г/моль}$$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{13.7 \cdot 80}{55.9} = 19.6 \text{ г/м}^3$$

Концентрація $\text{Fe}(\text{OH})_2$:

$$C(\text{Fe}(\text{OH})_2) = \frac{13.7 \cdot 89.9}{55.9} = 22.08 \text{ г/м}^3$$

Концентрація гідроксиду натрію по Cr^{3+} :

$$1.63 \quad \text{г/м}^3$$



$$52 \quad 120 \quad 103 \quad \text{г/моль}$$

$$C(\text{NaOH}) = \frac{120 \cdot 1.63}{52} = 3.76 \text{ г/м}^3$$

Концентрація $\text{Cr}(\text{OH})_3$:

$$C(\text{Cr}(\text{OH})_3) = \frac{1.63 \cdot 103}{52} = 3.23 \text{ г/м}^3$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Концентрація гідроксиду натрію по Zn^{2+} :

$$0.52 \quad \text{г/м}^3$$



$$65.4 \quad 80 \quad 99.4 \quad \text{г/моль}$$

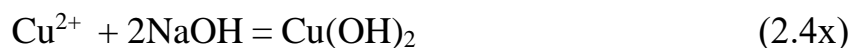
$$C(NaOH) = \frac{0.52 \cdot 80}{65.4} = 0.64 \text{ г/м}^3$$

Концентрація $Zn(OH)_2$:

$$C(Zn(OH)_2) = \frac{0.52 \cdot 99.4}{65.9} = 0.784 \text{ г/м}^3$$

Концентрація гідроксиду натрію по Cu^{2+} :

$$0.17 \quad \text{г/м}^3$$



$$63.5 \quad 80 \quad 97.5 \quad \text{г/моль}$$

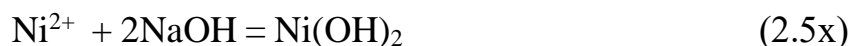
$$C(NaOH) = \frac{0.17 \cdot 80}{63.5} = 0.26 \text{ г/м}^3$$

Концентрація $Cu(OH)_2$:

$$C(Cu(OH)_2) = \frac{0.17 \cdot 97.5}{63.5} = 0.26 \text{ г/м}^3$$

Концентрація гідроксиду натрію по Ni^{2+} :

$$0.25 \quad x \quad \text{г/м}^3$$



$$58.7 \quad 80 \quad 92.7 \quad \text{г/моль}$$

$$C(NaOH) = \frac{0.25 \cdot 80}{58.7} = 0.34 \text{ г/м}^3$$

Концентрація $Ni(OH)_2$:

$$C(Ni(OH)_2) = \frac{0.25 \cdot 92.7}{58.7} = 22.08 \text{ г/м}^3$$

Загальна концентрація гідроксиду натрію, що необхідна для осадження усіх важких металів:

$$C(NaOH) = 19,6 + 3,76 + 0,64 + 0,21 + 0,34 = 24,55 \text{ г/м}^3$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса чистого гідроксиду натрію, необхідного для осадження усіх важких металів:

$$m(\text{NaOH}) = C(\text{NaOH}) \cdot Q \quad (2.3)$$

$$m(\text{NaOH}) = 24.55 \cdot 200 = 4910 \text{ г} = 4,91 \text{ кг}$$

Масова частка гідроксиду натрію в розчині, що подається в змішувач – 10%

Кількість води, яка необхідна для розведення:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{NaOH}) \cdot 90}{10} \quad (2.4)$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4.91 \cdot 90}{10} = 44.19 \text{ дм}^3 = 0,04419 \text{ м}^3$$

Загальна маса розчину:

$$m_{\text{розч}} = \frac{m(\text{NaOH}) \cdot 100}{10} \quad (2.5)$$

$$m_{\text{розч}} = \frac{4,91 \cdot 100}{10} = 49,1 \text{ кг}$$

Об'єм гідроксиду натрію:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{розч}}}{\rho(\text{NaOH})}, \quad (2.6)$$

де $\rho(\text{NaOH})$ – густина 10% розчину NaOH, $\rho(\text{NaOH}) = 1.11 \text{ т/м}^3$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{49.1}{1.11} = 0.0442 \text{ м}^3$$

Загальна концентрація осаду:

$$C_{\text{заг}} = 22,08 + 3,23 + 0,78 + 0,26 + 0,4 = 26,75 \text{ г/м}^3$$

Об'єм осаду, що надходить на фільтр-прес:

$$W_{\text{ос}} = \frac{Q(C_{\text{заг}} - m)}{\delta}, \quad (2.7)$$

де m – концентрація осаду, що надходить на механічні фільтри, $m = 8 \text{ г/м}^3$; δ – концентрація твердої фази в осаді, 20000 г/м^3 ;

$$W_{\text{ос}} = \frac{200(26.75 - 8)}{20000} = 0.1875 \text{ м}^3$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо зневоднення осаду на фільтр-пресі до 50%

Об'єм зневодненого осаду:

$$W_{\text{знев}} = 0,1875 \cdot 0,5 = 0,094 \text{ м}^3$$

Об'єм фільтрату, що подається назад на очистку:

$$V = 0,094 \text{ м}^3$$

Об'єм води, що подається споживачеві:

$$V_{\text{спож}} = 129,9 \text{ м}^3$$

Об'єм концентрату, що скидається в каналізацію:

$$V_{\text{конц}} = 59,4 \text{ м}^3$$

Об'єм концентрату, що подається на промивку фільтрів:

$$V_{\text{пров}} = 10,5 \text{ м}^3$$

Таблиця 2.2 – Таблиця матеріального балансу

Назва потоку	Значення потоку	
	м ³ /добу	кг/добу
Утворення Fe ²⁺ на електрокоагуляторі		2,28
Подача води у витратний бак гідроксиду натрію	0,0442	
Подача чистого гідроксиду натрію у бак		4,91
Подача розчину NaOH у змішувач		0,0442
Подача суміші у відстійник		200,0442
Подача осаду на фільтр прес	0,1875	

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Відведення фільтрату з фільтр-пресу на очистку	0,094	
Відведення зневодненого осаду з фільтр пресу на подальшу переробку	0,094	
Подача суміші на механічні фільтри	199,86	
Подача очищеної води споживачеві	129,9	
Скид концентрату в каналізацію	59,4	
Подача концентрату на промивку швидких фільтрів	10,5	
Повернення концентрату після промивки швидких фільтрів на повторну очистку	10,5	

2.5 Теоретичні дані про фізичні і хімічні процеси, що реалізуються в даній технологічній схемі водоочищення

2.5.1 Характеристика водного господарства гальванічного підприємства

Водне господарство гальванічних виробництв є об'єктом пристальної уваги вчених і інженерів. Мотивацією є необхідність забезпечити екологічну безпеку гальванічних виробництв. Стічні води гальванічних цехів токсичні, містять високонебезпечні для навколишнього природного середовища забруднення - іони важких металів – кадмію, нікелю, цинку, міді, хрому тощо.

За останні кілька десятиріч у світовій практиці в цих виробничих процесах широко впроваджуються водооборотні замкнуті системи водокористування гальванічних виробництв, що забезпечують економію водних та інших ресурсів і виключають забруднення гідросфери.

Створення таких систем засноване на технологіях, що використовують іонообмінні установки, ультра-фільтраційні полімерні мембрани, спеціальні реагенти, сорбенти, електрохімічні процеси: електроліз, електродіаліз, термічне розділення, також використовуються процеси зворотнього осмосу.

Водопостачання гальванічних цехів, зазвичай, здійснюється з міського водопроводу чи із водопроводу технічної води. Вода, яку використовують для

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

операцій промивки, нормують за вмістом розчинених сполук,завислих речовин, рН, жорсткості, сухого і прокаленого залишків різних аніонів і катіонів.

Для найбільш важливий операцій, таких як приготування технічних розчинів, заповнення ванн-уловлювачів, використовується диствода або деіонізована вода. Зниження вмісту розчинених солей досягається дистиляцією, зворотнім осмосом, електродіалізом, іонним обміном тощо. Застосування обезсоленої води допомагає підвищити якість покриттів, значно збільшує срок служби електролітів, дозволяє проводити регенерацію винесених електролітів. Повний або частковий перехід на використання для промивки знесоленої води, економічно доцільний при впровадженні заходів щодо скорочення витрат води на промивання і використання водооборотних систем промивання і регенерації в окремих технологічних процесах на гальванічному виробництві.

У зв'язку з впровадженням доочищення стічних вод набувають поширення замкнуті системи водопостачання гальванічних цехів, де до 70% води повертається в технологічний процес. Світова практика показала економічну і технологічну доцільність використання даного типу систем.

Основна кількість гальваностоків на гальванічному виробництві надходить від промивки деталей після їх знежирення, протравлювання, нанесення антикорозійних або декоративних покриттів; періодичного скиду відпрацьованих концентратів.

Зазвичай, в цехах гальванічного виробництва утворюються такі типи стічних вод: циановмісні; хромовмісні; підкислені стоки від ванн травлення виробів в кислотах, що містять, окрім кислот, розчинені катіони важких металів і лужні стоки від ванн обезжирювання. Інколи, кислі і лужні стоки об'єднують в один потік.

Промивка деталей проводиться майже на всіх стадіях нанесення гальванічних покриттів. Промивка не використовується лише у тому випадку, якщо

					Пояснювальна записка	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перенесення технологічного розчину з одної ванни у другу допускається за виробничою технологією, наприклад, з ванни декапірування у ванну покриття.

Зазвичай промивка проводиться шляхом занурення деталей у воду в стаціонарних ваннах. Для скорочення витрати води та підвищення якості промивки, використовують багатокаскадну протиточу промивку.

Для відмивання лужних розчинів обезжирювання і травлення, застосовують гарячу промивку при температурі в 50 - 60 ° С.

Переважає більшість забрудників надходять у стічні води в результаті виносу електроліту з поверхні деталей і оснастки. Цей винос становить в середньому від 0,25 до 0,75 дм³ електроліту на 1 м² оброблюваної поверхні деталі.

Зменшення виносу електролітів з деталей та промивних ванн, досягається в основному за рахунок раціонального розміщення деталей на підвісках, витримки ужеоброблених деталей над гальванічними ваннами, механізмів для стушування деталей, обдування повітрям, газом чи паром. Ці заходи дозволяють зменшити винос електроліту на 75- 90%.

Значне зниження виносу важких металів може бути досягнуто на стадії вибору технологічного електроліту. Розроблені та застосовуються малоконцентровані електроліти нікелювання, цинкування, хромування і тощо.

На даний час до 80% оброблюваних на гальванічному виробництві деталей промивається шляхом їх занурення в стаціонарних ваннах, через технічну простоту даного типу промивки. Якість промивки характеризується кратністю розбавлення або ж критерієм промивання (відношення концентрації забруднень у винесеному електроліті до концентрації забрудників у ванні промивки після даного процесу).

2.5.2 Характеристика забруднювачів

Самий небезпечний компонент стічних вод – хром. З ванн хромування в стічні води хром попадає у вигляді шестивалентного хрома.

Шестивалентний хром є визнаним канцерогеном при вдиханні. На багатьох

					Пояснювальна записка	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих місцях співробітники схильні до дії шестивалентного хрому, зокреме ад, при гальванічному хромуванні деталей. Шестивалентний хром транспортується в клітини людського організму за допомогою сульфатного транспортного механізму завдяки своїй близькості до сульфатів за структурою і зарядом.

Усередині клітини Cr (VI) відновлюється до метастабільного п'ятивалентного хрому (Cr (V)), а потім до тривалентного хрому (Cr (III)). Трьохвалентний хром, приєднуючись до протеїнів, створює гаптени, які понижують імунну реакцію. Після їх появи чутливість до хрому не пропадає. У цьому випадку навіть контакт з текстильними виробами, пофарбованими хромовмістними фарбами або з шкірою, обробленою хромом, може викликати роздратування шкіри. Вітамін С і інші агенти реагують з хроматами і утворюють Cr (III) всередині клітини.

Продукти шестивалентного хрому є генотоксичними канцерогенами. Хронічне вдихання сполук шестивалентного хрому збільшує ризик захворювань носоглотки, ризик раку легенів.

У тому випадку, якщо людина вживає воду, в якій знаходяться розчинні солі нікелю, то розвиваються симптоми, що нагадують гострі кишкові інфекції, - виникає слабкість, пронос, нудота і блювота - ознаки отруєння нікелем. Однак при ураженні солями, розвиваються ще і специфічні порушення в легенях, які проявляються задишкою і кашлем, не властивими для гострої кишкової інфекції. При повному припиненні надходження отруйних речовин в організм такі симптоми можуть зберігатися кілька діб.

Дія нікелю стає найбільш небезпечним при тривалому впливі на організм. Надлишок нікелю впливає на нуклеїнові кислоти, і канцерогенна дія, частіше за все, проявляється через рак легенів та бронхів.

Також у працівників, що задіяні на виробництві з високими концентраціями нікелю, виникає підвищений ризик раку носа, придаткових пазух черепа і інших органів, безпосередньо розташованих поруч з верхніми і нижніми дихальними шляхами. Так, історично, до введення захисту на виробництві, у працюючих з

					Пояснювальна записка	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нікелем частота виникнення злоякісних новоутворень легень була в п'ять разів вище, а на рак придаткових пазух черепа - більш ніж в 100 разів перевищувала середню частоту виникнення пухлин в популяції.

При проникненні металу в організм через рот виникають патологічні зміни в нирках, а при значній дозі - розвивається жовтяниця. При тривалому впливі він впливає на рівень кальцію в крові, який знижується внаслідок антагонізму між цими металами.

Цинк сприяє вимиванню кальцію з кісткової тканини, порушується метаболізм фосфору, і розвивається остеопороз. При тривалому впливі цей метал може сприяти розвитку злоякісних новоутворень, а також викликає безпліддя.

Засвоюваність заліза невелика, але при тривалому вживанні водопровідної води, забрудненої катіонами заліза, воно може накопичуватися в організмі. Велика кількість катіонів заліза в організмі може погано позначитися на здоров'ї - різко підвищується ризик інфарктів, згубно діє на центральну нервову систему, знижує репродуктивну функцію, дає додаткове навантаження на печінку і нирки.

Отже надлишкова кількість вищеприведених важких металів в воді не тільки згубно діє на екосистеми, але і сильно впливає на здоров'я людей, тому вкрай важливо досягати максимально можливого ступеня очистки від важких металів ще на етапі очищення стічних вод на підприємстві де ці важкі метали утворюються.

2.5.3 Електрокоагуляція

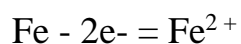
Електрокоагуляція (гальванокоагуляція) - технологічні методи, які наразі часу використовують різних типах підприємств для очистки стічних вод гальванічного виробництва (в основному для очищення хромовмісних стічних вод від іонів хрому Cr^{6+}). У даних методах по електрохімічному механізму розчиняють залізо, задля утворення іонів Fe^{2+} , які відновлюють Cr^{6+} до Cr^{3+} з подальшим утворенням гідроксиду хрому за допомогою додавання реагенту. Різниця між електрокоагуляцією та гальванокоагуляцією полягає у способі

					Пояснювальна записка	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

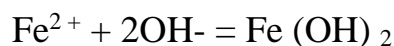
розчинення заліза. У методі електрокоагуляції ферум розчиняється електрохімічно, за допомогою накладення на сталеві аноди потенціалу від джерела електричного струму. В гальванокоагуляційному методі залізо розчиняється гальванохімічно, через різницю потенціалів, яка спричиняється контактом заліза із міддю або ж коксом. Отже, і два метода відрізняються між собою рушійною силою процесу, за допомогою якого відбувається розчинення заліза.

Очистка стічних вод на електрокоагуляторі, заснована на електролізі вод із використанням сталевих чи алюмінієвих анодів, які розчиняються електролітично. Розглянемо, як відбувається цей процес для сталевих анодів.

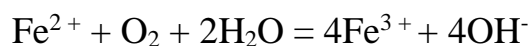
В результаті їх розчинення вода збагачується іонами двохвалентного заліза за реакцією:



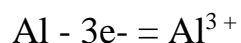
Потім при $\text{pH} > 5,5$ утворюється гідроксид двохвалентного заліза:



Далі, через дію розчиненого у воді кисню, гідрооксид заліза переходить у гідрооксид трьохвалентного заліза:

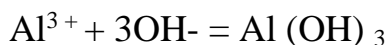


Розчинення алюмінієвих анодів протікає по таким реакціям:



					Пояснювальна записка	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з подальшою гідратацією іонів алюмінію:



Окрім цього, при катодній поляризації алюмінію може протікати реакція взаємодії алюмінію і води:



В результаті цього проходить процес коагуляції, який аналогічний відповідному процесу обробки стічних вод солями алюмінію або заліза. Але якщо порівнювати метод електрокоагуляції і реагентне коагулювання, при електрохімічному розчиненні металів, не відбувається забруднення води різноманітними аніонами, зокрема хлоридами і сульфатами, що зменшує навантаження на очисні споруди і дозволяє використовувати воду у водооборотній системі постачання

При електрокоагуляції стічних вод протікають деякі інші електрохімічні, фізико-хімічні та хімічні процеси, зокрема:

1. електрофорез;
2. катодне відновлення розчинених у воді органічних і неорганічних речовин або їх хімічне відновлення, утворення катодних осадів металів;
3. хімічні реакції між іонами Al^{3+} або Fe^{2+} , що утворюються при електролітичному розчиненні металевих анодів, і деякими аніонами, що містяться у воді (S^{2-} , PO_4^{3-}) з утворенням важкорозчинних сполук, що випадають в осад;
4. флотація твердих і емульгованих частинок бульбашками газоподібного водню, що виділяється на катоді;
5. сорбція іонів і молекул розчинених домішок, а також часток емульгованих у воді домішок на поверхні гідроксидів заліза і алюмінію,

					Пояснювальна записка	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

які мають значну сорбційної здатність, особливо в момент утворення.

Перевагами методів електрокоагуляції порівнянні з реагентними, є компактність установки, простота експлуатації, значне зменшення реагентного господарства, відсутність надлишкового забруднення аніонами.

Недоліком є витрата заліза або алюмінія, а також електроенергії. В теорії для розчинення одного граму заліза і алюмінія необхідно витратити відповідно 3 і 12 Вт/год. Фактичне витрата електроенергії зазвичай виявляється дещо вищою через витрати на нагрівання води, поляризацію електродів, подолання опору оксидних плівок на металаї, що утворюються на поверхні листових анодів, які в основному і використовуються в електрокоагуляторах.

Електрокоагуляція також може застосовуватись для видалення зі стічних вод дрібнодисперсних органічних домішок, нафтопродуктів тощо.

Застосовується електрокоагуляція в основному при обробці стічних вод, витрата яких є не більшою чим $50-80 \text{ м}^3 / \text{год}$, в умовах браку виробничих площ, а також на підприємствах, які розташовуються у віддалених районах.

Більшість електрокоагуляторів є безнапірними пластинчатими електролізерами горизонтального або вертикального типу. Електроди розташовуються на відстані 4-20 міліметрів. Для запобігання міжелектродного замикання використовують спеціальні ізолюючі вставки. Електричний струм підводять до всіх електродів.

За схемою руху вихідної води через електрокоагулятори їх розділяють на однопотокові, багатопотокові і змішані. За однопотоковою схемою вода проходить через лабіринт, утворений електродами завдяки послідовному з'єднуванню каналів, що значно зменшує пасивацію електродів. При багатопоточній схемі руху, вода одночасно проходить через проміжки між електродами (паралельне з'єднання каналів).

Напрямок руху рідини може бути як і горизонтальним так і вертикальним. Вертикальний напрям знизу вгору, ефективніший так як із потоком виносяться

					Пояснювальна записка	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гази та інші побічні продукти, що утворюються при електрокоагуляційній обробці стічних вод.

Електродна система електрокоагулятора виконана у вигляді залізних або алюмінієвих циліндрів, які розташовуються вертикально і розміщуються навколо ежекторної циркуляційної системи. Вода через трубу подачі надходить на ежектор і відбувається циркуляція в міжелектродному просторі.

Конструкція цього апарату дозволяє зменшити поляризацію електродів, знизити витрату електроенергії, поліпшити гідравлічні і фізико-хімічні умови формування пластівців гідроксиду.

Корпус електрокоагулятора повинен бути обладнаний зсередини антикорозійною ізоляцією, а також в ньому має обов'язково бути присутній вентиляційний пристрій.

Сильним недоліком пластинчатих електролізерів є застосування анодів з листового металу. Він може бути усунутий у конструкціях з насипними електродами, де як аноди використовують металеві стружки чи лом. На даний час запропоновано цілий ряд конструкцій подібних електрокоагуляторів, однак і вони мають у собі ряд недоліків. Їхнє застосування обмежене труднощами, що виникають при керуванні процесом, а також великою витратою анодного матеріалу і забивання межелектродного простору побічними продуктами електрохімічного розчинення анодів.

Задля інтенсифікації процесу електрокоагуляції може застосовуватись конструкція віброелектрокоагулятора. Застосування віброколиваль у середньомудіапазоні частот практично нівелює пасивацію електродів, знімає дифузійні обмеження у всьому робочому об'ємі, полегшує видалення побічних газів і осадів, які вивантажуються через спеціальний клапан без зупинки апарату.

Електрокоагулятори зі сталевими електродами варто використовувати для очищення стічних вод підприємств різних галузей промисловості від шестивалентного хрому та інших важких металів при витраті стічних вод не

					Пояснювальна записка	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більше 50 м³/ год, концентрації завислих речовин до 100 мг/дм³, вихідному загальному змісті іонів кольорових металів (цинку, міді , нікелю, кадмію, тривалентного хрому) до 100 мг/дм³, при концентрації кожного з іонів металів до 30 мг/дм³, мінімальному загальному солевмісті стічної води 300 мг/дм³.

2.5.4 Зворотній осмос

Зворотній осмос - проходження води або будь-яких інших розчинників через напівпроникну мембрану із більш зконцентрованого у розчин з меншою концентрацією черз вплив тиску, що є більшим за різницю осмотичного тиску обох розчинів.

Головне, що при всьому цьому, мембрана може пропускати лиш розчинник, і не пропускає більшість розчинених в ньому компонентів. Гранично мінімальні розміри пор мембрани і її особлива будова, дозволяють проникати скрізь неї виключно молекулам води. Інші домішки пройти через мембрану не можуть.

Зворотній осмос використовують в самих різних технологіях очистки вод від домішок, зокрема опріснення морської води, підготовка питних вод.

У системах очистки води найчастіша застосовуються синтетичні напівпроникні мембрани. Мембрана затримує високомолекулярні компоненти і забрудники, при цьому пропускаючи низькомолекулярні речовини, наприклад кисень, хлор, вуглекислий газ, домішки які можуть надавати воді смакові якості. В результаті отримується практично дистильована вода не позбавлена смаку.

Внаслідок проходження води через системи зворотньоосмотичної очистки вода позбавляється майже від усіх домішок, розчинених у ній: ферум, аміак і амонійні солі, нітрати, нітрити, фториди, сульфати, хлориди, бікарбонати, кальцій, магній, залишковий хлор, кремній, натрій залишкового алюміній . окрім всього того, внаслідок дії зворотньоосмотичних фільтрів, сильно зменшується загальна жорсткість води.

Установки зворотнього осмосу можуть застосовуватись і для підготовки технологічної води на підприємствах. Системи зворотнього осмосу часто

					Пояснювальна записка	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують на промислових виробництвах. Зворотньоосмотична установка дає змогу зменшити вміст у воді неорганічних елементів до 1%, і майже повністю видалити такі речовини як феноли, гербіциди та пестициди, так як їх розмір перевищує розмір пори мембрани. Важливою перевагою очищення води зворонім осмосом є збереження у ній розчиненого кисню.

Головним елементом систем зворотнього осмосу є мембрани. Вони можуть мати самі різні конструкції. Найчастіше в системах зворотного осмосу встановлюються рулонні мембрани. Одним із основних матеріалів для виготовлення мембран – тонкоплівковий композит.

Мембрани систем зворонього осмосу мають пористу структуру, діаметр пор складає в середньому 0,0001 мікрон. Такий розмір є достатнім для того, щоб через мембрани могли проходити молекули води, в той же час затримувались різні домішки і забрудники.

Зворотній осмос починає відбуватися при певному рівні тиску, який називається осмотичним. Тобто в цій точці вода починає впливати на мембрану з необхідною силою, що дозволяє молекулам проштовхуватися через пори. Чим вище тиск води, яка подається на мембрану, тим вища продуктивність мембрани і краще якість очищення. Робочий тиск для низьконапірного осмосу коливається від 6 до 12 атмосфер, для високонапірного осмосу - від 12 до 16 атмосфер. Для очищення морської води необхідно тиск від 40 до 70 атмосфер.

Всередині мембрани вода розділяється на два потоки: перміат, тобто відфільтрована обезсолена вода, і концентрат, тобто розсіл. Зовнішній тиск (який повинен перевищувати осмотичний), впливаючи на концентрат, змушує молекули води рухатися через мембрану в зворотному напрямку, заганняючи їх у перміат і підвищуючи тим самим рівень рідини. В цьому і полягає принцип дії системи зворотного осмосу.

У підсумку всі забруднення залишаються на іншій стороні мембрани, звідки вони віддаляються шляхом змивання в дренаж.

					Пояснювальна записка	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для досягнення нормальної продуктивності мембрани, на неї повинна надходити вода під тиском 3,5-4 атмосфери. Такий тиск - звичайна справа для більшості муніципальних водопроводів у великих містах. При тиску води менше 2-2,5 атмосфер (у тому числі і при заборі води з ємності без тиску) потрібен насос підвищення тиску.

Якщо очищена вода споживається нерівномірно, і періодично її витрата може зростати, то система очищення зазвичай доповнюється ємністю для зберігання чистої води. Іноді застосовується більш дорогий спосіб - системи оснащуються істотно більш потужним насосом і більш продуктивною мембраною.

					Пояснювальна записка	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1. Розрахунок приймальної камери

Об'єм камери:

$$W = \frac{q}{T}, \quad (3.1.1.)$$

Де q – витрата води, $\text{м}^3/\text{добу}$, T – час роботи станції, год;

$$W = \frac{200}{8} = 25 \text{ м}^3$$

Висоту камери приймаємо $H = 2 \text{ м}$

Число камер приймаєм - 1

Площа камери :

$$F = \frac{W}{H} \quad (3.1.2)$$

$$F = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ м}^2$$

Ширина камери: $B = 2 \text{ м}$

Довжина камери :

$$L = \frac{F}{B} \quad (3.1.3)$$

$$L = \frac{12,5}{2} = 6,25 \text{ м}$$

3.2. Розрахунок першого резервуару очищеної води

Час перебування води в резервуарі очищеної води – 1 год.

Об'єм резервуару:

$$W = \frac{q \cdot t}{T} \quad (3.2.1)$$

$$W = \frac{25 \cdot 1}{8} = 3,13 \text{ м}^3$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо висоту резервуару $H = 1$ м.

Приймаємо ширину резервуару $B = 1$ м.

Площа резервуару очищеної води :

$$F = \frac{W}{H} \quad (3.2.2)$$

$$F = \frac{3,13}{1} = 3,13 \text{ м}^2$$

Довжина резервуару :

$$L = \frac{F}{B} \quad (3.2.3)$$

$$L = \frac{3,13}{1} = 3,13 \text{ м}$$

3.3. Розрахунок другого резервуару очищеної води

Час перебування води в резервуарі очищеної води – 1 год.

Об'єм резервуару:

$$W = \frac{q \cdot t}{T} \quad (3.3.1)$$

$$W = \frac{25 \cdot 1}{8} = 2,03 \text{ м}^3$$

Приймаємо висоту резервуару $H = 1$ м.

Приймаємо ширину резервуару $B = 1$ м.

Площа резервуару очищеної води :

$$F = \frac{W}{H} \quad (3.3.2)$$

$$F = \frac{2,03}{1} = 2,03 \text{ м}^2$$

Довжина резервуару :

$$L = \frac{F}{B} \quad (3.3.3)$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = \frac{2,03}{1} = 2,03 \text{ м}$$

3.4. Проектування шламосховища

Об'єм осаду, що надходить до шламосховища протягом доби $W_{oc} = 0,1875$.
Об'єм шламосховища розраховують у відповідності з часом перебування осаду в ньому:

$$W = W_{oc} \cdot t \quad (3.4.1)$$

$$W = \frac{0,1875 \cdot 8}{24} = 0,063 \text{ м}^3$$

Приймаємо висоту шламосховища $H = 1 \text{ м}$.

Площа шламосховища:

$$F = \frac{W}{H} \quad (3.4.2)$$

$$F = \frac{0,063}{1} = 0,063 \text{ м}^2$$

Діаметр шламосховища:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (3.4.3)$$

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,063}{3,14}} = 0,9 \text{ м}$$

3.5. Проектування фільтр преса

Об'єм фільтр-пресу:

$$W = W_{oc} \cdot t, \quad (3.5.1)$$

де t – час перебування осаду у фільтр пресі, $t = 2$ год;

$$W = 0,1875 \cdot 2 = 0,375 \text{ м}^3$$

Приймаємо ширину фільтр пресу $B = 0,5 \text{ м}$

					Пояснювальна записка	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо висоту фільтр пресу $H = 0,5$ м

Довжина фільтр пресу:

$$F = \frac{W}{L \cdot B} \quad (3.5.2)$$

$$F = \frac{0.375}{0.25} = 1.5 \text{ м}$$

3.6 Проектування електрокоагулятора

Сила струму:

$$I = C(\text{Cr}) \cdot q \cdot 3.1 \quad (3.6.1)$$

$$I = 3.64 \cdot 25 \cdot 3.1 = 282.1 \text{ А}$$

Площа анодів:

$$f = \frac{I}{j} = \frac{282.1}{120}, \quad (3.6.2)$$

Де j – анодна густина струму, $j = 120 \text{ А/м}^2$

$$f = \frac{282.1}{120} = 2.35 \text{ м}^2$$

Площа робочої поверхні одного електрода:

$$f_{\text{ра}} = 2 \cdot b \cdot h, \quad (3.6.3)$$

Із b – ширина пластини, $b = 0.3$ м; h – робоча висота пластини, $h = 0.6$ м;

$$f_{\text{ра}} = 2 \cdot 0.3 \cdot 0.6 = 0.36 \text{ м}^2$$

Загальна кількість електродних пластин:

$$N_{\text{пл}} = 2 \frac{f}{f_{\text{ра}}} \quad (3.6.4)$$

$$N_{\text{пл}} = 2 \frac{2.35}{0.36} \approx 15$$

Загальна маса електродних пластин:

$$M = N_{\text{пл}} \cdot f \cdot \delta \cdot \rho, \quad (3.6.5)$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де δ – товщина електродної пластини, $\delta = 0.006$ м; ρ – густина заліза, $7,67$ т/м³

$$M = 0.3 \cdot 0.3 \cdot 15 \cdot 0.006 \cdot 7.87 = 0.119 \text{ тонн}$$

Кількість електродних блоків:

$$N_{\text{бл}} = \frac{M}{0.05} \quad (3.6.6)$$

$$N_{\text{бл}} = \frac{0.119}{0.05} \approx 3$$

Робочий об'єм електрокоагулятора:

$$W = f_a \cdot b^\circ \cdot b \cdot N_{\text{пл}}, \quad (3.6.7)$$

де b° - відстань між електродними пластинами, $b^\circ = 0.01$ м

$$W = 0.6 \cdot 0.3 \cdot 0.01 \cdot 15 = 0.027 \text{ м}^3$$

Ширина одного електродного блоку:

$$B = \frac{N_{\text{пл}}}{N_{\text{бл}}} \delta + 0.01 \left(\frac{N_{\text{пл}}}{N_{\text{бл}}} + 1 \right) \quad (3.6.8)$$

$$B = 5 \cdot 0.006 \cdot 0.01(5 + 1) = 0.09 \text{ м}$$

Висота електрокоагулятора $H = 0.74$ м

Ширина електрокоагулятора $B_{\text{заг}} = 0.14$ м

Довжина електрокоагулятора $L = 0.44$ м

3.7. Проектування витратного баку гідрооксиду натрія

Об'єм баку:

$$W = \frac{Q \cdot D_p \cdot t}{10000 \cdot C \cdot \rho} \quad (3.7.1)$$

де D_p – доза реагенту; t – час роботи станції, год; C – концентрація реагенту, %;
 ρ – густина реагенту;

$$W = \frac{200 \cdot 24.55 \cdot 8}{10000 \cdot 10 \cdot 1.11} = 0.36 \text{ м}^3$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8. Проектування йоршових змішувачів

Приймаєм число перегородок – 12 шт.

Час перебування води в змішувачі – 2 хв.

Об'єм йоршового змішувача:

$$W = \frac{Q \cdot t}{8 \cdot 60} \quad (3.8.1)$$

$$W = \frac{200 \cdot 2}{8 \cdot 60} = 0,84 \text{ м}^3$$

Приймаємо ширину йоршового змішувача $B = 1 \text{ м}$.

Приймаємо висоту йоршового змішувача $H = 1 \text{ м}$.

Площа йоршового змішувача:

$$F = \frac{W}{H} \quad (3.8.2)$$

$$F = \frac{0,84}{1} = 0,84 \text{ м}^2$$

Довжина йоршового змішувача:

$$L = \frac{W}{B} \quad (3.8.3)$$

$$L = \frac{0,84}{1} = 0,84 \text{ м}$$

3.9. Проектування камер пластівцеутворення із змуленим осадом

Приймаємо ширину камери $B_k = 1,5 \text{ м}$

Довжина камери визначається із площі дзеркала води в камері:

$$L = \frac{F_k}{B_k} \quad (3.9.1)$$

$$L = \frac{1,45}{1,5} = 0,97 \text{ м}$$

Площа однієї камери:

$$F_k = \frac{q}{3,6 \cdot N_k \cdot V_k} \quad (3.9.2)$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де N_k – кількість камер, приймаємо 1 камеру; V_k – швидкість підйому води в камері, $V_k = 1.6$ мм/с

$$F_k = \frac{25}{3,6 \cdot 1 \cdot 1,6} = 1,45 \text{ м}^2$$

3.10. Проектування тонкошарових відстійників

Приймаємо відстійник із протиточним рухом води і осаду.

Робоча довжина відстійника:

$$l_p = \frac{h_{яp} \cdot V}{K \cdot U_0 \cdot \cos \alpha}, \quad (3.10.1)$$

де α – кут нахилу пластин, $\alpha = 50^\circ$; $h_{яp}$ – відстань між двома пластинами; K – коефіцієнт, що враховує рух води, так як рух протиточний то $K = 0.7$; U_0 – гідравлічна крупність осаду, $U_0 = 0,5$ мм/с; V – швидкість руху потоку, $V = 5$ мм/с

$$l_p = \frac{0,012 \cdot 5}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,64} = 0,27 \text{ м}$$

Загальна довжина тонкошарового відстійника:

Приймаємо число пластин в секції $n = 10$, числом секцій $N = 2$.

$$L = l_p \cdot n \cdot N, \quad (3.10.2)$$

Де n – число пластин в секції, приймаємо за 10, N – число секцій, приймаємо за 2;

$$L = 0,27 \cdot 10 \cdot 2 = 5,4 \text{ м}$$

Ширина тонкошарового відстійника:

$$B = \frac{q}{U_0 \cdot n \cdot N \cdot l_p \cdot 3,6} \quad (3.10.3)$$

$$B = \frac{25}{0,5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,27 \cdot 3,6} = 2,57 \text{ м}$$

Площа тонкошарового відстійника:

$$F = B \cdot L \quad (3.10.4)$$

$$F = 2,57 \cdot 5,4 = 13,8 \text{ м}^2$$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Об'єм зони накопичення осаду:

$$W = \frac{q \cdot t \cdot (C - m)}{\delta}, \quad (3.10.5)$$

де $t = 8$ год – час накопичення осаду.

$$W = \frac{25 \cdot 8 \cdot (26,75 - 8)}{20000} = 0,19 \text{ м}^3$$

Висота зони накопичення осаду:

$$H_{oc} = \frac{W}{F} \quad (3.10.6)$$

$$H_{oc} = \frac{0,19}{13,8} = 0,014 \text{ м}$$

Приймаємо висоту відстійника $H=1$ м.

Загальна висота відстійника:

$$H = H_B + H_{oc} + 0,3 \quad (3.10.7)$$

$$H = 1 + 0,014 + 0,3 = 1,32 \text{ м}$$

3.11. Розрахунок швидких фільтрів

Розрахунок швидких фільтрів:

$$F = \frac{Q}{T \cdot V_H - 3,6 \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 - t_2 \cdot V_H \cdot n}, \quad (3.11.1)$$

де V_H – швидкість фільтрування, $V_H = 6$ м/год; n – число промивок, приймаємо за 2; t_1 – час промивки фільтру, $t_1 = 0,1$ год; t_2 – час простою фільтру у зв'язку з промивкою, $t_2 = 0,33$ год;

$$F = \frac{200}{8 \cdot 6 - 3,6 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 0,1 - 0,33 \cdot 6 \cdot 2} = 3,65 \text{ м}^2$$

Кількість фільтрів:

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} \quad (3.11.2)$$

$$N = \frac{\sqrt{3,65}}{2} = 3,82 \Rightarrow 4$$

Площа одного фільтру:

					Пояснювальна записка	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{N}{2} \quad (3.11.3)$$

$$F = \frac{3,82}{2} = 1,9 \text{ м}^2$$

Швидкість фільтрування у форсованому режимі:

$$V_{\phi} = \frac{N}{N - N_1} \cdot V_H, \quad (3.11.4)$$

де N —число фільтрів; N_1 —число фільтрів відключених на ремонт: $N < 20$, $N_1=1$;

$$V_{\phi} = \frac{4}{4 - 1} \cdot 6 = 8 \text{ м/год}$$

Загальна висота фільтру:

$$H = H_{\text{п.з.}} + H_{\text{ф.з.}} + H_{\text{в}} + h_{\text{б}}, \quad (3.11.5)$$

де $H_{\text{п.з.}}$ — висота шару підтримуючого завантаження (0,7 м); $H_{\text{ф.з.}}$ — висота шару фільтруючого завантаження (1,5 м); $h_{\text{б}}$ — будівельний запас висоти (0,3 м); $H_{\text{в}}$ — висота водного шару (2 м);

$$H = 0,7 + 1,5 + 2 + 0,3 = 4,5 \text{ м}$$

Зображуємо фільтри прямокутними в плані.

Витрата води в колекторі при промивці:

$$q_{\text{к}} = F_1 \cdot \omega \cdot 10^{-3}, \quad (3.11.6)$$

де ω —інтенсивність промивки, $\omega = 16 \text{ дм}^3/\text{с}$

$$q_{\text{к}} = 1,9 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,006 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Площа перерізу колектора:

$$f_{\text{к}} = \frac{q_{\text{к}}}{V_{\text{к}}}, \quad (3.11.7)$$

де $V_{\text{к}}$ — швидкість руху води в колекторі при промивці, $V_{\text{к}} = 1,8 \text{ м/с}$;

					Пояснювальна записка	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_k = \frac{0,0285}{1,8} = 0,0285 \text{ м}^2$$

Діаметр колектора розраховують:

$$d_k = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_k}{\pi}} \quad (3.11.8)$$

$$d_k = 2 \sqrt{\frac{0,0285}{3,14}} = 0,19 \text{ м}$$

Витрата води у відгалуженнях:

$$q_b = \frac{q_k}{n} \quad (3.11.9)$$

$$q_b = \frac{0,0285}{9} = 0,0032 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Число відгалужень при двосторонньому розміщенні:

$$n = \frac{2L \cdot 10^3}{l}, \quad (3.11.10)$$

де l – відстань між відгалуженнями – 350 мм;

$$n = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{350} = 9$$

Приймаємо ширину однієї секції фільтрів $B = 2,4$ м, а довжину:

$$L = \frac{F}{B} \quad (3.11.11)$$

$$L = \frac{3,65}{2,4} = 1,5 \text{ м}$$

Діаметр відгалуджень:

$$d_b = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_b}{\pi}} \quad (3.11.12)$$

$$d_b = 2 \sqrt{\frac{0,019}{3,14}} = 0,16 \text{ м}$$

Площа перерізу відгалуження:

					Пояснювальна записка	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_B = \frac{q_B}{V_B} \quad (3.11.13)$$

де V_B – швидкість руху води у відгалуженні, $V_B = 1,5$ м/с;

$$f_B = \frac{0,0032}{1,5} = 0,002 \text{ м}^2$$

					Пояснювальна записка	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

Одноповерхова будівля каркасного типу, двопрольотна (проліт 18 м), крок колон 12 м, висота поверху 12,6 м, довжина будівлі 120 м. В споруді встановлено мостовий кран вантажопідйомністю 10 т, відмітка голівки кранового рельсу знаходиться на відмітці 9,65 м.

Колони в будівлі залізобетонні, двогілкові, з кроком 12 м; колони фахверку сталеві з кроком 6 м. Фундамент колон із залізобетону стаканного типу. Роль несучих конструкцій покриття виконують двоскатні залізобетонні балки двотаврового перерізу. Покриття зі збірних залізобетонних плит 12х1,5 м з ребрами жорсткості. Вікна стрічкові, висота 7,2 м, ширина рами 6 м; ворота становлені розпашні 4х4,2 м.

Стіна крупноблочна товщиною 150 мм. Прив'язка колон до поздовжніх розбивочних осей становить 250 мм, до поперечних прив'язка встановлена 500 мм. У місці деформаційного шва прив'язка колон до поперечної осі встановлена 500 мм.

Адміністративно-побутові приміщення винесено до прибудови, сітка колон 3х6 м, висота прибудови становить 3,6 м.

4.2. Вибір конструктивних елементів будівлі

Враховуючи задані параметри будівлі, було обрано залізобетонні двогілкові колони серії КЭ-01-52 (рис. 2.1) для одноповерхових промислових будівель в яких влаштований мостовий кран: ширина колони $b = 500$ мм, $h = 600$ мм, $h_N = 1300$, $h_{вет} = 250$, висота $H = 13950$, висота верхньої частини колони $H_B = 4500$.

					Пояснювальна записка	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

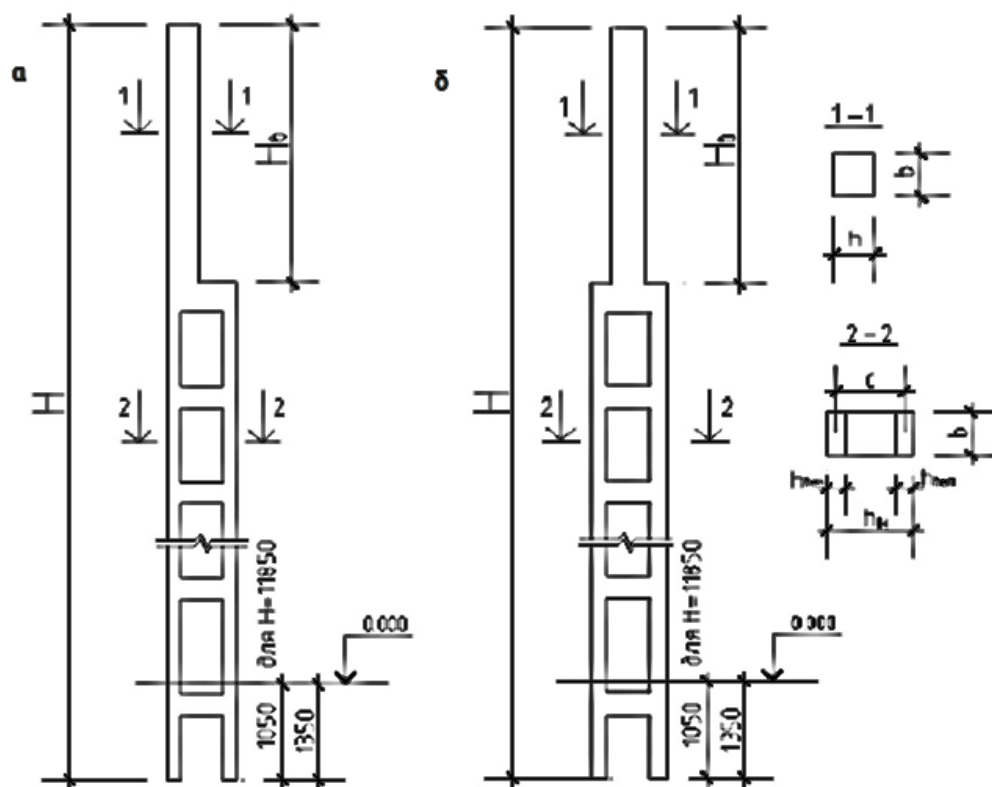


Рисунок 4.1 – Двогількова колона: а – крайнього ряду; б – середнього ряду

Для даної колони обрано підколонник з розмірами поперечного перерізу 2100×1200 мм. Під колони вибраний стовпчастий двоступінчатий фундамент (рис.2.2), що має такі розміри: склянки - $a_n \times b_n = 1500 \times 700$ мм, підколінника - $a \times b = 2100 \times 1200$ мм, підшва - $a_1 \times b_1 = 2700 \times 2100$ мм, щаблі - $a_2 \times b_2 = 3600 \times 3000$ мм. Сходи плит всіх фундаментів мають єдину уніфіковану висоту 300 мм.

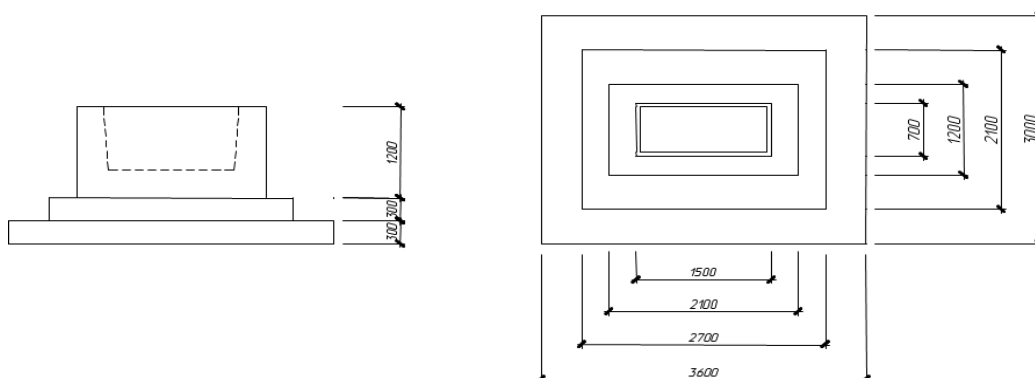


Рисунок 4.2 - Фундамент колон

Вантажопідйомність мостового крану становить 10 т, тому для нього було обрано підкранову балку (рис.2.3.) двотаврового перерізу висотою 1,4 м.

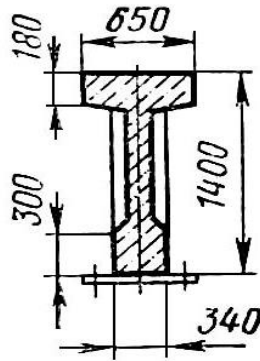


Рисунок 4.3 – Підкранова балка

На колони встановлено двоскатні залізобетонні балки покриття марки 1Б8-18-1 (рис.2.4), які мають довжину 18 м, що відповідає довжині прольоту.

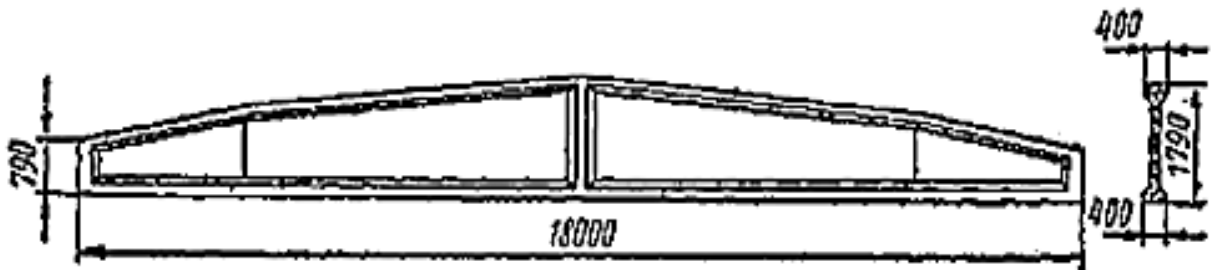


Рисунок 4.4 – Балки покриття

Покриття будівлі зроблено із залізобетонних плит (рис.2.5) розміром 12х1,5 м.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

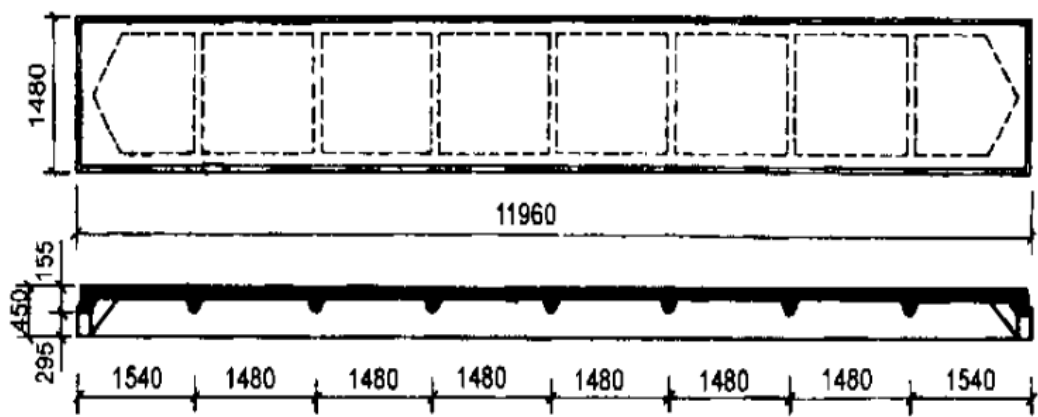


Рисунок 4.5 – Плити покриття

Вікна стрічкові, ширина рами 6 м, висота 7,2 м. До будівлі на вхід встановлено сталеві двопільні розпашні двері висотою 2 м та шириною 1,5 м. Влаштовані розсувні ворота висотою 4,2 м та шириною 4 м. Стіни крупноблочні, товщиною 150 мм виконані.

Покриття будівлі укладається на залізобетонні плити та містить 4 шари (10 мм бітуму, 100 пінополістиролу, 10 мм цементної стяжки та 20 мм гравію з бітумом.

Підлога будівлі укладається на ґрунт, що є основою та містить 4 шари: 150 мм щебню, 30 мм рубероїду, 30 мм бетонного розчину та 30 мм полімерного бетону.

У адміністративно-побутовому приміщенні влаштовані колони (0,4x0,4 мм) з кроком 6x3 м. Стіни нависні, товщиною 0,2 м, зроблені з газобетонних панелей. Плити покриття вкладаються на ригель товщиною 800 мм. Двері, що влаштовані у приміщенні – розпашні дерев'яні однопільні шириною 0,8 м та висотою 2 м.

Підлога адміністративно-побутових приміщень також укладається на ґрунт, що є основою та містить 4 шари: 150 мм щебню, 30 мм рубероїду, 30 мм пінополістиролу вати та 5 мм керамічна плитка.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4.3. Поміщення очисних споруд

Виробниче приміщення у якому встановлено очисне обладнання знаходиться на відмітці +0,000. Перепад висот забезпечується за рахунок насосів.

На початку технологічного процесу встановлено приймальна камера (L=6,25 м; B=2 м), далі на відстані 2 м електрокоагулятор (L=0,44 м; B=0,14 м), йоршовий змішувач (L=0,84 м; B=1 м) та камера пластівцеутворення зі змуленим осадом, апарати влаштовано на відстані 1,5 м один від одного.

На відсані 3 м встановлено тонкошаровий відстійник (L=5,4 м; B=2,57 м). Далі йде блок механічних фільтрів (L=1,5 м; B=2,4 м) та на відстані ще 3 м шламосховище (D=0,9 м) та фільтр-прес (L=0,5 м; B=0,5 м).

Останнім технологічним обладнанням є резервуар чистої води (L=2,03 м; B=1 м), зворотньоосмотична установка (L=2 м; B=1,5 м) та знову резервуар чистої води (L=2,03 м; B=1 м).

					Пояснювальна записка	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система збереження життя і здоров'я працівників в процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

Відповідно до теми «Установка комплексного очищення гальваностоків від іонів важких металів» всі рішення при розробці даного проекту розроблені з урахуванням норм і вимог охорони праці.

В даному розділі розроблені і приведені вимоги для персоналу, що задіяний на обслуговуванні споруд очистки стоків гальванічного цеху. Персонал – оператори очисних споруд, працівник лабораторії, що здійснює відбір проб, майстер, що займається усуненням несправностей і плановим ремонтом елементів очисних споруд. До обов'язків операторів входить:

1. Слідкувати за справністю і правильною роботою всіх елементів очисних споруд, у разі виникнення несправностей терміново повідомляти майстра.
2. Слідкувати за наявністю і справністю обладнання, захисних засобів, необхідних для обслуговування очисних споруд.
3. Слідкувати за рівномірним розподілом по окремих секціях стічної води, у разі виявлення нерівномірностей, відрегулювати подачу води.
4. Подавати воду і луг в витратний бак гідрооксиду натрію.
5. Регулювати роботу електрокоагулятора, насосів, фільтр пресу, установски зворотньоосмотичної очистки води, механічних фільтрів.
6. Своєчасно, шляхом відкриття спеціальних вентилів, забезпечувати скид концентрату зворотньоосмотичної установки в каналізацію і на промивку механічних фільтрів.

Працівники лабораторії зобов'язані брати проби концентрату зворотньоосмотичної установки перед його скидов в міську каналізацію, і брати

					Пояснювальна записка	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проби очищеної води, перед її відправкою на повторне використання. Відбір проб води проводиться тільки в металевий посуд або порцелянові кварта, посуд для зберігання кислоти або лугу повинен мати чіткий напис про свій вміст.

В перервах між регламентованою робочою діяльністю, працівники зміни проводять час в окремому, спеціально виділеному для них приміщенні, яке повністю ізольоване від небезпечних чинників роботи очисних споруд. Це приміщення займає площу в 40 м², має один вхід, включає в себе кімнату для відпочинку, санвузол, гардероб і роздягальню.

Отже, можна виділити всі шкідливі та небезпечні фактори, що діють на персонал обслуговування очисних споруд:

1. Повітря робочої зони
2. Виробничі шуми та вібрації
3. Робота з концентрованим і розведеним лугом.
4. Небезпека падіння з висоти
5. Небезпека ураження електричним струмом
6. Пожежна безпека

5.1. Повітря робочої зони

Робота на очисних спорудах гальванічного цеху відноиться до робіт середньої ступіні тяжкості ІІб. Для цієї категорії робіт передбачені, згідно ДСН 3.3.6.042-99, норми мікроклімату у різні пори року. Ці норми наведені в таблиці 5.1:

Період року	Категорія	Температура, °С			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Нижня межа	Верхня межа				
Холодний	ІІб	17–19	13–15	21–23	40–60	75	0,2	<0,4
Теплий	ІІб	20–22	16–17	27–29	40–60	70	0,3	0,2–0,5

Проектом передбачене дотримання вище приведених норм.

Температура поверхні стелі, стін і підлоги, має не перевищувати допустимі норми більш ніж на 2 °С(у теплий період 29 °С, холодний 24 °С).

По всьому виробничому приміщенні, проектом передбачена наявність спиртових термометрів для можливості визначення і контролю температури. Для поліпшення мікроклімату на виробництві, передбачено встановлення системи кондиціонування.

Проектом передбачена припливно-витяжна вентиляція. Вона дозволяє одночасно подавати в приміщення чисте повітря і витягувати забруднене. Передбачений і контроль гранично допустимої концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі. Також, передбачене застосування працівниками захисного обладнання – захисний комбінезон, халат, окуляри, рукавиці і респіратори типу РПГ-67-А.

У виробничому приміщенні передбачено функціонування системи опалення, що дозволяє підтримувати оптимальний температурний режим в холодний час року.

Для попередження застудних захворювань робітників, а також їх переохолодження, при вході в виробниче приміщення передбачені теплові повітряні завіси.

В приміщенні, де зберігається твердий гідрооксид натрію передбачена потужна система витяжок, для уникнення дії на працівників парів лугу.

5.2. Захист від виробничого шуму та вібрації

Джерелами шуму в приміщенні де розташовуються очисні споруди гальваностоків – є безпосередньо самі очисні споруди, потоки води, вентилятори тощо. Рівень шуму залежить від роботи усіх його джерел одночасно і досягає 40 дБА, що згідно ДСН 3.3.6.037-99, відповідає нормі в 80дБа.

					Пояснювальна записка	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зниження рівня шуму в досягається шляхом використання шумоподавляючих і шумоізолюючих матеріалів, а також архітектурних і планувальних рішень. Встановлюються шумоглушники та екрани, шумоізоляційний кожух.

Приміщення для відпочинку повністю ізольоване від джерел шуму шляхом використання шумоізолюючих матеріалів.

При виконанні майстром планових і позапланових робіт по ремонту очисних споруд, що може супроводжуватись значно підвищеним рівнем шуму, передбачає використання майстром захисних навушників.

Пристрій ИШВ-003, використовується для контролю за рівнем вібрації і шуму у виробничому приміщенні.

Проектом передбачено розташування всіх джерел вібрації на спеціальному віброізолюючому фундаменті. Маса такого фундаменту підбирається так, аби амплітуда коливань не перевищувала 0.2 мм.

5.3. Робота з концентрованим і розведеним лугом.

Комплексне очищення гальваностоків передбачає осадження іонів важких металів гідроксидом натрію. Розчин гідроксиду натрію готується у витратному баці, а до цього сухий гідроксид зберігається у спеціально відведеному для цього приміщенні. Для зберігання використовуються спеціальні баки, де додатково передбачений шар в 4 мм – запас корозійної стійкості.

Передбачена запас реагента на 30 днів.

Проектом передбачено механічне транспортування реагенту до витратного баку.

Працівник, що безпосередньо контактує з лугом, має бути екіпірований в повний комплект захисного одягу – комбінезон, халат, рукавиці, окуляри, респіратор.

5.4. Виробниче освітлення

					Пояснювальна записка	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з ДБН В.2.5-28- освітлення 300 лк при загальному штучному освітленні. Передбачається використання суміщеного освітлення, природне освітлення – бічне одностороннє, штучне – комбіноване.

Проектом передбачені робоча, аварійна, евакуаційна і ремонту системи освітлення.

Для освітлення виробничого приміщення передбачені лампи високого тиску (типу ДРЛ). Для освітлення приміщення персоналу передбачені лампи низького тиску (типу ЛБ, ЛДЦ, ЛД).

Для виконання ремонтних робіт передбачається використання портативних електричних освітлювачів.

Для контролю за дотриманням усіх норм освітлення раз у 6 місяців проводиться перевірка, для цього використовуються люксметри Ю-117.

Для створення найбільш сприятливих умов праці застосовані такі заходи:

1. Рівномірність рівнів освітлення.
2. Розміщення ламп таким чином, щоб уникнути якомога найбільшої кількості рухомих і нерухомих тіней.

5.5. Пожежна безпека

Причиною займань в даному виробничому приміщенні може бути, як коротке замикання, пошкодження і несправна робота, або неправильна експлуатація електроприладів, зокрема електрокоагулятора, так і грубе порушення правил пожежної безпеки робочим персоналом.

Передбачається регулярна перевірка пожежними інспекторами усіх норм пожежної безпеки в будівлі.

Будівля, де розміщені очисні споруди, забезпечена вертикально-стрижньовим блискавковідводом

Проектом передбачене застосування ультразвукових оповісників ПКОВ-1 у приміщенні для попередження та запобігання виникнення пожежі, оскільки ідентифікують коливання полум'я.

					Пояснювальна записка	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для гасіння потенціальної пожежі пожежі передбачена наявність водопровідної мережі, наявність вогнегасників, порошкові вогнегасники. В приміщенні наявні вогнегасники типу ОП-2(3), порошкові вогнегасники та «САМ-9».

5.6. Електробезпека

Основним джерелом електробезпеки у виробничому приміщенні є електрокоагулятор. Оператор, який контролює роботу електрокоагулятора має обов'язково носити гумові захисні рукавиці і взуття. Робітник має бути чітко ознайомлений з інструкцією по експлуатації, і діями в разі аварійної ситуації. На випадок виникнення такої, передбачена система аварійного відключення, яку зобов'язаний активувати працівник, при цьому повідомивши майстра і керівництво підприємства.

Отже, для забезпечення електробезпеки в виробничому приміщенні передбачені наступні технічні заходи та засоби:

1. аварійне відключення систем;
2. ізоляція струмоведучих частин;
3. знаки безпеки;
4. блокування, попереджувальна сигналізація;
5. попереджувальні плакати.

5.7. Травматична безпека

В виробничому приміщенні, перед робітниками стоїть ризик зазнання різного роду травм – хімічні і термічні опіки, падіння з висоти, ураження електричним струмом тощо. Задля мінімізації ризику, з працівниками регулярно проводяться інструктажі з техніки безпеки. Також всі працівники мають пройти обов'язковий інструктаж з надання першої медичної допомоги.

На території виробництва розміщені стандарти аптечки для першої медичної допомоги.

					Пояснювальна записка	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підприємстві функціонує власний медпункт. До будівлі з очисними спорудами доступний під'їзд швидкої медичної допомоги.

Біля відстійника розміщені рятувальні кола КС-2.5 Solas, на випадок падіння персоналу в резервуар відстійника.

					Пояснювальна записка	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

1. Гальванічне виробництво – одне з найбільших джерел надходження іонів важких металів в навколишнє середовище. На підприємствах, що займаються цим типом виробництва – очистка стічних вод є одним із найбільш пріоритетних завдань при проектуванні.

2. Існуюча схема водоочистки на ВАТ «Меридіан», застаріла і може бути замінена на більш ефективну, зпроектовану в даному дипломному проекті. Запропонована схема має ряд переваг у порівнянні з існуючою – повне виділення іонів важких металів, повторне використання очищеної води на підприємстві. Це досягається шляхом використання механічних фільтрів, що дозволяє практично повністю виділити шлами важких металів із води, і зворотньоосмотичної установки, яка видаляє із води сульфати, після чого вода подається на повторне використання .

3. Вибрано і обгрунтовано нову технологічну схему.

4. Проведені розрахунки матеріального балансу – визначено необхідну дозу гідрооксиду натрію для осадження важких металів, кількість води для його розведення, кількість шламів, що подаються на фільтр-прес і на переробку. Розраховано всі потоки води на очисних спорудах.

5. Проведені розрахунки очисних споруд – приймальної камери, електрокоагулятора, йоршового змішувача, витратного баку гідрооксиду натрію, камери пластівцеутворення зі змуленим осадом, тонкошарового відстійника, шламосховища, фільтр-пресу, резервуарів очищеної води, швидких механічних фільтрів. Визначено їх проектні розміри і технічні характеристики.

6. Спроектовано цех, де будуть розміщуватися очисні споруди. Проектування відбувалось з урахуванням всіх норм охорони праці. Виконано креслення генерального плану цеху, і його повздовжній розріз.

					Пояснювальна записка	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Камаєв В.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Очисні споруди. Основи проектування» - К.: ТОВ «Інфодрук», 2012. – 173с.
2. Сербинович П.П., Орловский Б.Я., абрамов В.к. Архитектурное проектирование промышленных зданий. М.: высшая школа, 1972.- 408 с.
3. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В., Основи охорони праці: Підручник. 2-ге вид. – К.: Основа, 2006 — 448 с.
4. Трепененков Р.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий: Учебное пособие. М.:Стройиздат, 1978 г.- 378с.
5. Блащук Е.Ф IARC. Volume 49: Chromium, Nickel, and Welding. — Lyon : International Agency for Research on Cancer, 1999-11-05. — «There is sufficient evidence in humans for the carcinogenicity of chromium[VI] compounds as encountered in the chromate production, chromate pigment production and chromium plating industries.». — ISBN 92-832-1249-5.
6. Гальванотехника. – Х.: Машиц, 1999. – 240 с
7. Гинберг А.М. Гальванотехника. – Л.: Машиностроение, 1999. – 188 с.
8. Ямпольский А.М., Ильин В.А. Краткий справочник гальванотехники. – Л.: Машиностроение, 2000. – 269 с.
9. Salnikow, K. and Zhitkovich, A., «Genetic and Epigenetic Mechanisms in Metal Carcinogenesis and Cocarcinogenesis: Nickel, Arsenic, and Chromium», Chem. Res. Toxicol., 2008, 21, 28-44. DOI:10.1021/tx700198a
10. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. — М.: «Химия», 1978. — С. 176, 168. — 352 с.

					Пояснювальна записка	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість	Розміри
	Технологічна схема			
1	Приймальна камера		1	
2	Електрокоагулятор		1	
3	Йоршовий змішувач		1	
4	Камера пластівцеутворення зі змуленим осадам		1	
5	Тонкошаровий відстійник		1	
6	Швидкий фільтр		4	
7	Шламосховище		1	
8	Фільтр-прес		1	
9,11	Резервуар очищеної води		2	
10	Зворотньоосмотична установка		1	

					<i>ДП ЛЕ51 02.00.018ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>План на відм.+0.000</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Бєлов І.В.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Вембер В.В.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						62	63
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікарського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-51</i>		

Позиція	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість	Розміри
	Технологічна схема			
1	Приймальна камера		1	
2	Камера пластівцеутворення зі змуленим осадом		1	
3	Тонкошаровий відстійник		1	
4	Швидкий фільтр		4	
5	Шламосховище		1	
6,8	Резервуар очищеної води		2	
7	Зворотньоосмотична установка		1	

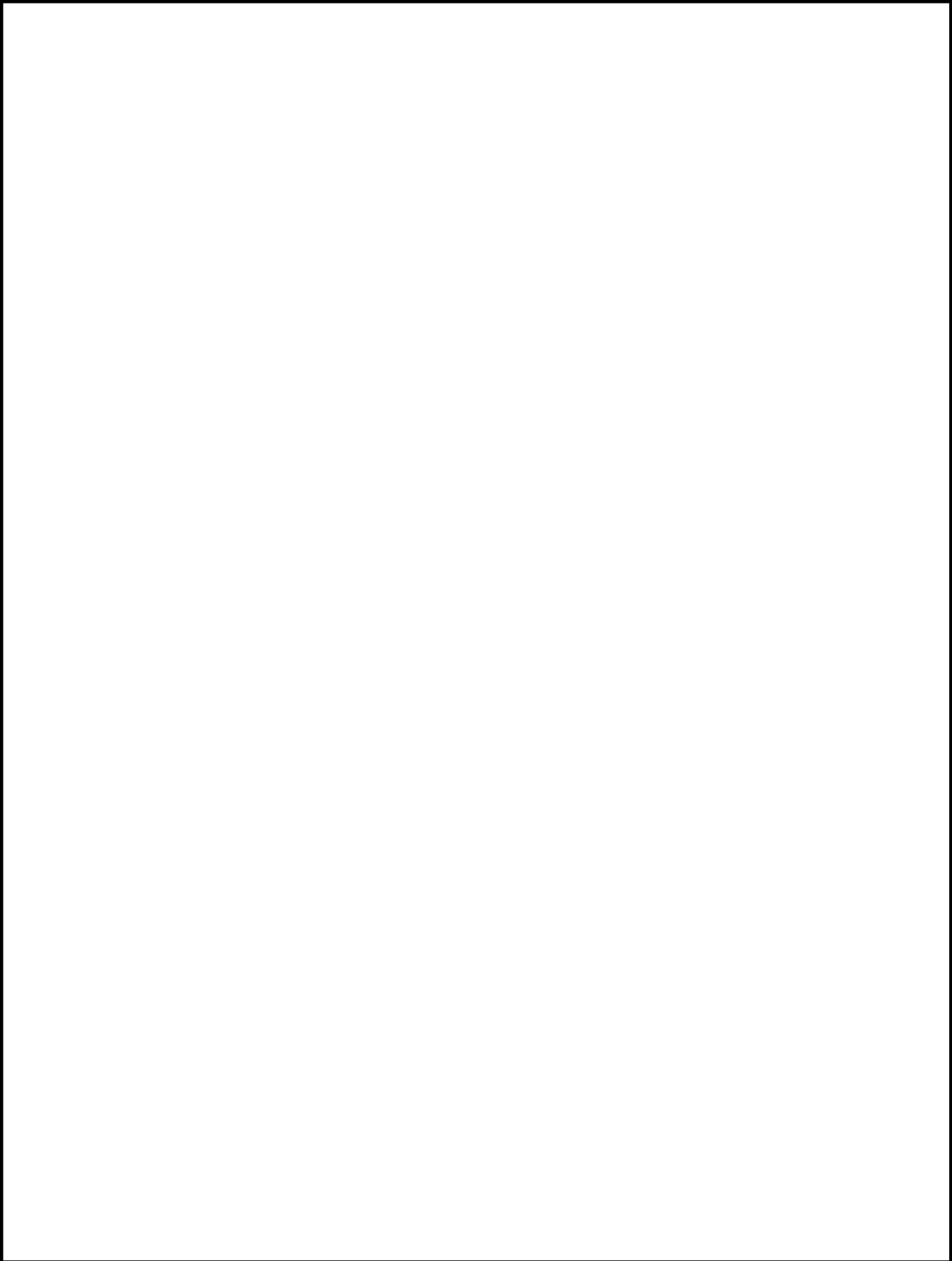
					<i>ДП ЛЕ51 02.00.019ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Поздовжній розріз</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Бєлов І.В.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Вембер В.В.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						63	63
					<i>КПІ ім. Ізоря Сікарського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-51</i>		

Позиція	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість	Розміри
	Технологічна схема			
1	Приймальна камера		1	
2,12,15	Насоси		1	
3	Електрокоагулятор		1	
4	Витратний бак NaOH		1	
5	Йоршовий змішувач		1	
6	Камера пластівцеутворення зі змуленим осадом		2	
7	Тонкошаровий відстійник		1	
8	Шламосховище		1	
9	Фільтр-прес		1	
10	Швидкий фільтр		1	
11,14	Резервуар очищеної води		2	
13	Зворотньоосмотична установка		1	
16,17	Вентиль		1	
18	Джерело постійного струму		1	

					<i>ДП ЛЕ51 02.00.019.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологічна схема</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Бєлов І.В.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Вембер В.В.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						61	63
					КПІ ім. Ізгоря Сікарського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-51		

Номер	Найменування
1	Прохідна
2	Адміністрація
3	Склад сировини №1
4	Склад сировини №2
5	Механічний цех
6	Гальванічний цех
7	Цех водоочистки
8	Склад готової металічної продукції
9	Склад металічних відходів
10	Фарбувальний цех
11	Котельня
12	Цех виготовлення деталей з пластмас
13	Їдальня
14	Склад готової пластмасової продукції

					<i>ДП ЛЕ51 02.00.019.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Специфікація до генплану</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Бєлов І.В.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Вембер В.В.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>					<div>Літ.</div> <div>Аркуш</div> <div>Аркушів</div> <div></div> <div>60</div> <div>63</div> <div>КПІ ім. Ізгоря Сікарського</div> <div>Каф. ЕтаТРП</div> <div>Гр. ЛЕ-51</div>		



					ДП ЛЕ51 02.00.019.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Бєлов І.В.				Специфікація до генплану			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Вембер В.В.									60	63
Реценз.								КПІ ім. Ізгоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-51			
Н. Контр.											
Затверд.											